

課題番号 : F-14-WS-0021
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : X線マイクロカロリメータの X線吸収体のためのナノ構造体形成と評価
Program Title (English) : Evaluation and formation of nanostructures for X-ray absorber of the X-ray microcalorimeter
利用者名(日本語) : 林 佑¹⁾
Username (English) : T. Hayashi¹⁾
所属名(日本語) : 1) 東京大学大学院 理学系研究科
Affiliation (English) : 1) Tokyo University

1. 概要 (Summary)

X線天文学では高いエネルギー分解能と数百画素の撮像を併せ持つ X線検出器が必要である。X線マイクロカロリメータは X線光子 1つ1つのエネルギーを素子の温度上昇として捉えて、入射 X線のエネルギーを精密に測定することが可能であり、超伝導遷移端 (TES)型 X線マイクロカロリメータは超伝導遷移端の微小な温度上昇を大きな抵抗変化として読み出すことができる X線精密分光検出器である。TES 型 X線マイクロカロリメータは、従来の検出器である半導体検出器(SSD)に対してエネルギー分解能を二桁向上することが可能である。

現在製作している TES の X線を吸収する吸収体サイズは TES より小さく、吸収体の大型化が課題である。しかし吸収体サイズを大きくすると熱容量の観点から分解能が劣化してしまう。そのため、吸収体として比熱が小さく、熱伝導の良いものが期待される。この二つの性質を単一の物質で満たすことは難しく、私は比熱が常伝導金属の 1/100 である Bi と熱伝導が常伝導金属の中で 2 番目によい Cu を用いた多層膜吸収体の製作を試みている。Cu と Bi の成膜方法として電析による方法を用いて、実際に製作した。

製作素子に X線を照射し、15 eV(FWHM、@5.9 keV)の分解能を得ることができたが、吸収体内での X線入射位置のばらつきによるものと考えられる分解能の劣化が確認された。これは Cu と Bi の界面での密着性の問題と考えられ、断面観察による元素分析などで原因を追求していく。

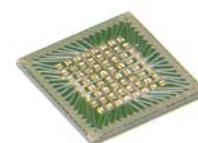
2. 実験 (Experimental)

本実験では電析により Cu と Bi を析出している。電析には電極となる seed 層が必要であり、seed 層は EB 蒸着装置を利用して、Ti/Au を 10/400 nm と正確に成膜してい

る。seed 層に電極をつけ、電析セル中で Cu と Bi をそれぞれ電位を決めて析出させる。析出させた膜の評価を行うために、FIB-SEM を用いて断面観察を行い Cu と Bi の膜厚を評価した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

実際にカロリメータに Cu/Bi 多層膜吸収体を成膜、形成した。製作した素子を図に載せる。実際に製作した素子に X線を照射し 5.9 keV の X線に対して 23 eV のエネルギー分解能を得ることができた。この結果を解析した結果パルスの立ち下がり時間にパルスのばらつきが確認され、このばらつきの原因として、X線に吸収体の入射位置によるばらつきではないかと考えられる。入射位置による原因として Cu と Bi の界面の問題があると考えられる。これを解決する為には Cu と Bi を混合浴中で析出電位を変えることで Cu と Bi を外に出すことなく吸収体を成膜できると考えている。



チップサイズ ;
5.2 mm 角

Fig.1 The outside image of the fabricated sample.

4. その他・特記事項 (Others)

なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 林佑¹、永吉賢一郎¹、村松はるか¹、満田和久¹、山崎典子¹、本間敬之²、齋藤美紀子²、前畑京介³、原徹⁴(1.ISAS/JAXA、2. 早大、3. 九大工、4.NIMS) 応用物理学会第 62 回春期大会、平成 27 年 3 月 11 日

6. 関連特許 (Patent)

なし。